

**BEST AVAILABLE COPY**

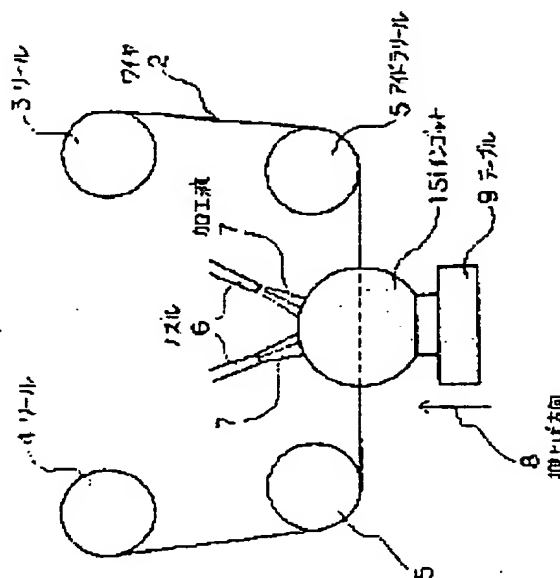
## METHOD OF CUTTING SI INGOT BY WIRE SAW

**Patent number:** JP2262955  
**Publication date:** 1990-10-25  
**Inventor:** SAKOU YAMATO; YASUNAGA NOBUO  
**Applicant:** NIPPON STEEL CORP  
**Classification:**  
- **international:** B24B37/00; B24B27/06; B28D1/22  
- **european:** B28D1/02B  
**Application number:** JP19890017596 19890130  
**Priority number(s):** JP19890017596 19890130; JP19880314921 19881215

**Report a data error here**

## Abstract of JP2262955

**PURPOSE:** To cut an Si ingot at high cutting speed by setting pH of processing liquid to pH9 or more and the temperature to 30 deg.C-80 deg.C in case of alkaline processing liquid, and pH to pH6-pH3 and the temperature to 25 deg.C-65 deg.C in case of acid processing liquid. **CONSTITUTION:** pH of grinding powder added processing liquid 7 is set to pH9 or more in case of alkaline processing liquid and to pH6-pH3 in case of acid processing liquid and the temperature of the processing liquid is set to 30 deg.C-80 deg.C in case of alkaline processing liquid and to 25 deg.C-65 deg.C in case of acid processing liquid, and Si ingot 1 is cut with a wire saw 2. As a result, even 10-inch Si ingot 1 can be cut with the warp below 15μm or less.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-262955

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)10月25日

B 24 B 37/00  
27/06  
B 28 D 1/22

H 7726-3C  
D 7726-3C  
C 7366-3C

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 Si イングットのワイヤソーによる切断法

⑯ 特 願 平1-17596

⑰ 出 願 平1(1989)1月30日

優先権主張 ⑱ 昭63(1988)12月15日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 昭63-314921

㉑ 発 明 者 左 光 大 和 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社  
第1技術研究所内

㉒ 発 明 者 安 永 暢 男 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社  
第1技術研究所内

㉓ 出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

㉔ 代 理 人 弁理士 井上 雅生

# 明 細 書

## 1. 発明の名称

Si イングットのワイヤソーによる切断法

## 2. 特許請求の範囲

Si イングットを砥粒を添加した加工液を使用してワイヤソーで切断する方法において、前記加工液のPHをアルカリの加工液の場合はPH9以上、酸の加工液の場合はPH6からPH3、前記加工液の温度を前記アルカリの加工液の場合は30℃から80℃、前記酸の加工液の場合は25℃から65℃とすることを特徴とするSi イングットのワイヤソーによる切断法。

## 3. 発明の詳細な説明

### 産業上の利用分野

この発明は加工液あるいは砥粒と反応するSi イングットをワイヤを用いて切断する方法に関するものである。

### 従来の技術

従来のSi イングットの切断法は内周刃で切断しているが、直径が6インチまでは反りが15

μm以下で切断可能であるが、8インチ以上では内周刃の剛性が保てず、反りが15μmを越え品質上好ましくない。ダイヤモンドの固定砥粒で切断するため、加工変質層は30μmを越える。

また従来の遊離砥粒によるワイヤソーのSi イングットの切断法(例えばS63精密工学会秋季大会学術講演会、高効率・高精度マルチワイヤソーの開発)は、ワイヤ送り速度を400m/minから1200m/minの高速度にしなければ、0.7mm/minの高切断速度が得られない。ワイヤ送り速度を高速度にすればワイヤの摩耗やリールの摩耗が激しい問題点がある。また砥粒は直接Si イングット表面のシリコン酸化膜に当たる為、垂直荷重が高く、このため加工変質層が深い問題点がある。

発明が解決しようとする課題

上記問題に鑑み、本願発明はワイヤソーを用いて高切断速度でSi イングットを切断する方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

本発明はSiインゴットを切断する方法において、ワイヤを用い、砥粒を加工液に加えた遊離砥粒を用いるとともに、前記加工液のPHをアルカリの加工液の場合はPH9以上、酸の加工液の場合はPH6からPH3、前記加工液の温度は前記アルカリの加工液の場合は30℃から80℃、前記酸の加工液の場合は25℃から65℃とすることにより、高切断速度でSiインゴットの切断を可能とするものである。

#### 作用

以下本発明について詳細に説明する。本発明による被切断物はSiの加工液あるいは砥粒と反応するインゴットで、直径が3から10インチで長さが300から2000mmのSi単結晶の円柱である。

ワイヤソーの機構を第1図に示す。テーブル9上に固定されたSiインゴット1を、テーブル9を方向8に押しあげることでワイヤ2に接触させる。ワイヤ2は加工液がアルカリの場合はピアノ線でもよく、前記加工液が酸の場合はアモル

粒サイズは#300から#2000がよい。

第2図に示すように、加工液7は既に切断された溝12の中に供給され、溝12の底にいたる。加工液7に含まれるアルカリまたは酸により溝12の底のSiまたはSiの酸化物は反応し、反応生成物11を作る。反応生成物は加工液7により生成するが、SiまたはSiの酸化物と化学反応を起こす $\text{BaCO}_3$ 、 $\text{CaCO}_3$ 等の砥粒を用いて反応生成物11を作ることにも可能である。

この反応生成物とワイヤの間に砥粒10が入り、Siインゴット1は押し上げ方向8に押し上げられる為、張力Tにより張られたワイヤ2より反力を受け、砥粒10は反応生成物11に押しつけられる。同時にワイヤ2は第2図の紙面直角方向に送られている為、砥粒10はSiの母材よりはるかに脆くなった反応生成物11を容易に削る。

反応生成物11は脆く、容易に削れるため、第3図に示す様にワイヤ2がSiインゴット1に接している切断巾14で押し上げ荷重15を割った

ファス線を用いる。ワイヤの線径は0.08mmから0.25mmを用いる。前記ワイヤ2には右巻き取りリール3と左巻き取りリール4により一定の張力Tをかけ、かつ右巻き取りリール3で巻き取り、左巻き取りリール4に巻きつけられたワイヤがなくなれば反転し、左巻き取りリール4で巻き取る。

加工液7はアルカリの場合はPH9以上を用い、KOHかNaOHが適しており、温度は30℃～80℃がよい。酸の場合はPH6から3が良く、HFに $\text{HNO}_3$ を加えた加工液が適しており、温度は25℃から65℃がよい。加工液7はノズル6によりSiインゴット1上に供給する。

第2図に第1図のワイヤ送り方向から見たSiインゴット1の切断の図を示す。本発明の最も特徴とするところは、加工液7にSiまたはSiの酸化物と化学反応を起こすアルカリまたは酸と砥粒を懸濁した溶液を使用する点にある。砥粒10は例えばSiCでもよく、アルミナでもよい。砥

垂直荷重Wは2g/mm以下でも、Siインゴット1の上昇速度（切断速度という）は0.5mm/minから2.0mm/minの高い値が得られる。垂直荷重Wは0.2g/mm～2g/mmとするのが望ましい。

第2図の加工変質層18は15μm以下である。この時のワイヤの送り速度は500m/min以下であり、低速でSiインゴットの切断ができる。

また前記垂直荷重Wが低いため、水平分力13も低く、張力Tによりワイヤに作用する応力は20kg/mm<sup>2</sup>の低い値でもワイヤの直線性が良く、もちろん高い応力は破断応力の300kg/mm<sup>2</sup>まで使用でき、第4図に示すように切断後のSiウエハ16を平面上に置いて最も低いところと最も高いところの差である反り17は10μm以下である。

第1図では一本のワイヤでSiインゴットを切断している図を示したが、アイドラリール5をインゴットの長さに対応させて多段に配置すること

により、同時に複数枚の切断が可能である。

加工液はアルカリの場合はPH9以上でSiまたはSiの酸化物との反応が進む。アルカリはKOHかNaOHの水溶液が好ましく、30℃未満では切断速度が0.5mm/min以下となり、80℃超ではSiウエハの表面が荒れる。酸の場合はPH6超では切断速度が0.5mm/min以下となり、PH3未満ではアモルファス線を用いても腐食がおこり断線する。酸の種類はHFにHNO<sub>3</sub>を加えた水溶液が好ましく、25℃未満では切断速度が0.5mm/min以下となり、65℃超ではSiウエハの表面が荒れる。但し酸を溶液に用いる場合は耐酸性のある塩化ビニール等を機器に用いる。

切断速度は2.0mm/minを越えると反りが10μmを越える。垂直荷重Wは0.2g/mm以下では切断速度が0.5mm/min以下となり、2g/mmでは加工変質層が15μmを越える。ワイヤ張力Tによる応力は300kg/mm<sup>2</sup>を越えると断線するし、20kg/mm<sup>2</sup>未

満であると反りが10μmを越える。従ってウエハの反りを優先すれば高い応力が適し、ワイヤ寿命を優先すれば低い応力が適している。砥粒サイズは#300以下では切断面が荒れ、#2000以上では垂直荷重Wが増加し、反りは15μm以上になる。ワイヤ線径は0.08mmφ以下では、反りを15μm以下にするために張力Tを上げ応力を300kg/mm<sup>2</sup>とする必要があり、断線する。0.25mmφ以上では切断による切り代が多く実用性にとぼしい。

#### 実施例

##### 実施例1

5inのSiインゴットを以下の条件で切断した。即ち加工液はKOH水溶液でPH12、温度50℃、垂直荷重Wは1g/mm、砥粒はGCの#800、ワイヤは線径が0.12mmφのピアノ線で張力は1.0kg（応力88.4kg/mm<sup>2</sup>）である。その結果、切断速度2.0mm/min、反り5.8μm、加工変質層9μmのSiウエハを得られた。

##### 実施例2

8inのSiインゴットを以下の条件で切断した。即ち加工液はKOH水溶液でPH14、温度45℃、垂直荷重Wは2g/mm、砥粒はGCの#600、ワイヤは線径が0.18mmφのピアノ線で張力は1.5kg（応力58.9kg/mm<sup>2</sup>）である。その結果、切断速度1.5mm/min、反り9.5μm、加工変質層13μmのSiウエハを得られた。

##### 実施例3

10inのSiインゴットを以下の条件で切断した。即ち加工液はKOH水溶液でPH13、温度60℃、垂直荷重Wは2g/mm、砥粒はGCの#600、ワイヤは線径が0.20mmφピアノ線で張力は2.0kg（応力63.7kg/mm<sup>2</sup>）である。その結果、切断速度1.3mm/min、反り14.5μm、加工変質層12.5μmのSiウエハを得られた。

##### 実施例4

5inのSiインゴットを以下の条件で切断し

た。即ち加工液はHF+HNO<sub>3</sub>水溶液でPH5、温度60℃、垂直荷重Wは1.5g/mm、砥粒はアルミナの#1000、ワイヤは線径が0.18mmφのアモルファス線で張力は1.5kg（応力58.9kg/mm<sup>2</sup>）である。その結果、切断速度1.8mm/min、反り12.5μm、加工変質層5μmのSiウエハを得られた。

##### 実施例5

5inのSiインゴットを以下の条件で切断した。即ち加工液は水、温度25℃、垂直荷重Wは1.5g/mm、砥粒はBaCO<sub>3</sub>の#1000、ワイヤは線径が0.18mmφのピアノ線で張力は1.5kg（応力58.9kg/mm<sup>2</sup>）である。その結果、切断速度1.8mm/min、反り12.5μm、加工変質層5μmのSiウエハを得られた。

##### 実施例6

8inのSiインゴットを以下の条件で切断した。即ち加工液は、KOH水溶液でPH13、温度50℃、垂直荷重は2g/mm、砥粒はGCの

# 600、ワイヤは線径が0.2 mmφピアノ線で、張力は5 kg（応力159.2 kg/mm<sup>2</sup>）である。その結果、切断速度1.5 mm/min、反り5 μm、加工変質層13 μmのSiウエハが得られた。

### 発明の効果

従来直径8インチのSiインゴットは内周刃では反りを15 $\mu$ m以下で切断できなかったが、本発明により、10インチインゴットでも反りを15 $\mu$ m以下にすることが可能になった。このためシリコンウエハからデバイスを作る時の焦点合わせが高精度で可能であり、記憶容量は現在の1Mよりはるかに高い64M対応が可能になった。

#### 4. 図面の簡単な説明

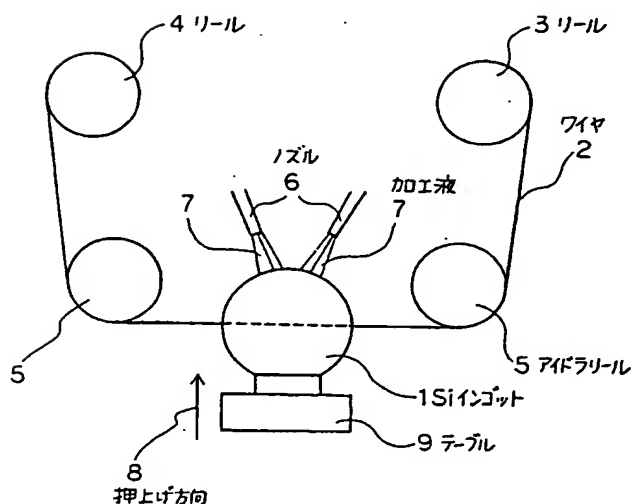
第1図はワイヤソーの機構の説明図、第2図は砥粒を介してワイヤでアルカリまたは酸で蝕くなったS i イングット面を切断している状態を説明する図、第3図は垂直荷重を説明するための図、第4図はS i ウエハの反りを説明するための図で

ある。

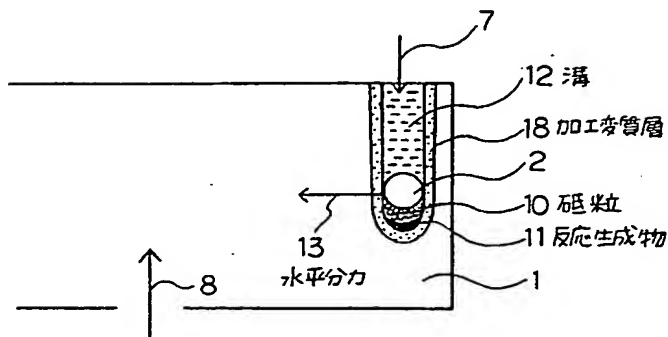
1…S i イングット，2…ワイヤ，3…右撚取りリール，4…左撚取りリール，5…アイドラリール，6…ノズル，7…加工液，8…押上方向，9…テーブル，10…砥粒，11…反応生成物，12…溝，13…水平分力，14…切断線巾，15…押上荷重，16…S i ウエハ，17…反り，18…加工変質層。

代 理 人 弁 理 士 井 上 雅 生

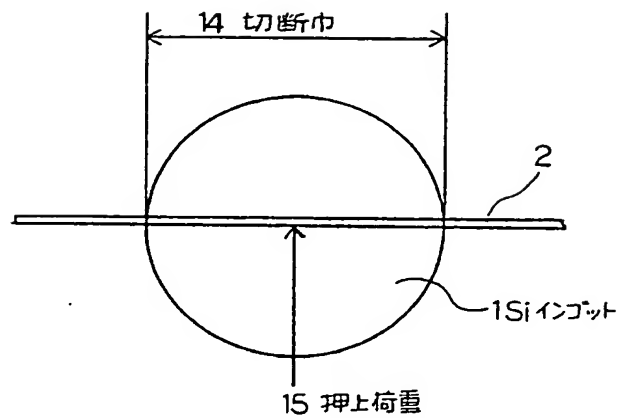
第 1 圖



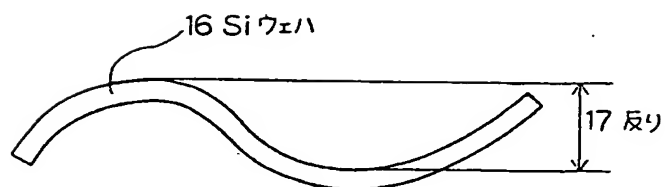
第 2 圖



第 3 図



第 4 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**